

## Chopper circuit for DC-isolated transmission of bipolar measurement currents

Patent Number: DE4327073  
Publication date: 1994-10-13  
Inventor(s): PREZEWOWSKY THOMAS (DE)  
Applicant(s): KNICK ELEKTRONISCHE MESGERAETE (DE)  
Requested Patent: DE4327073  
Application: DE19934327073 19930812  
Priority Number(s): DE19934327073 19930812  
IPC Classification: G08C19/00; G01R19/18; G01D5/14;  
EC Classification: G08C19/02; H02M3/335S2S  
Equivalents:

### Abstract

A chopper circuit for DC-isolated transmission of bipolar measurement currents has a 2-way push-pull transformer (4), a chopper circuit (3) on the input side, a control circuit (6) for synchronously driving the transistors (T1 to T4) of the chopper circuit (3) and a 2-way synchronous rectifier circuit (5) on the output side. The chopper circuit (3) consists of two semiconductor switching arrangements (15, 16) which in each case have two bipolar pnp or npn transistors whose emitter-collector paths are connected in parallel with

each other.



Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

## Description

Die Erfindung betrifft eine Chopper-Schaltung zur galvanisch getrennten Übertragung bipolarer Messströme.

In der Messtechnik war es bisher üblich, mittels Chopper-Schaltungen mit bipolaren Transistoren unipolare Ströme mit einem Übertragungsbereich von z. B. 0 bis 20 mA zu übertragen. Solche Schaltungen waren nicht in der Lage, negative Ströme in gleicher Größenordnung zu übertragen. Der Grund hierfür lag in dem Umstand, dass die beiden in der eingangsseitigen Zerhackerschaltung verwendeten Schalttransistoren für Gegentaktbetrieb vom gleichen Typ - also z. B. pnp-Transistoren - waren und somit bei negativen Eingangsströmen invers betrieben wurden, so dass die Stromverstärkung für eine fehlerfreie Übertragung des negativen Eingangsstromes zu klein wurde.

Eine Chopper-Schaltung mit einem Gegentaktübertrager, mit Halbleiterschaltungen, die einen Stromfluss in beide Richtungen erlauben und die jeweils in Reihe mit einer Übertragerwicklung geschaltet sind, mit einer Steuerschaltung zur synchronen Ansteuerung der Schalttransistoren und mit einer ausgangsseitigen Zwei-Wege-Synchrongleichrichterschaltung ist aus der US-PS 3 517 300 bekannt. Die Halbleiterschaltungen bestehen bei dieser Chopper-Schaltung aus zwei antiparallel geschalteten npn-Transistoren, so dass die eingangs erwähnten Probleme auftreten können.

Aus der DE 34 07 324 A1 ist es grundsätzlich bekannt, zur vorzeichenrichtigen Übertragung von bipolaren Messströmen Zerhackerschaltungen zu verwenden. Nähere Angaben über den Aufbau der Halbleiterschalter in der Zerhackerschaltung sind der Druckschrift nicht entnehmbar.



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 43 27 073 C 1

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
G 08 C 19/00  
G 01 R 19/18  
G 01 D 5/14  
H 02 M 3/337

⑲ Aktenzeichen: P 43 27 073.5-32  
⑳ Anmeldetag: 12. 8. 93  
㉑ Offenlegungstag: —  
㉒ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 10. 94

DE 43 27 073 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Knick Elektronische Meßgeräte GmbH & Co, 14183  
Berlin, DE

⑦④ Vertreter:

Rau, M., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat.; Schneck, H.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Hübner, G., Dipl.-Phys.Univ.,  
Pat.-Anwälte, 90402 Nürnberg

⑦② Erfinder:

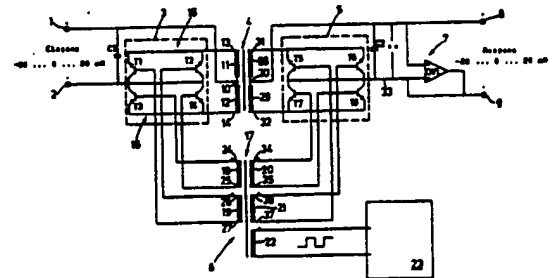
Prezewowsky, Thomas, 14195 Berlin, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 34 07 324 A1  
US 35 17 300

⑤④ Chopper-Schaltung zur galvanisch getrennten Übertragung bipolarer Meßströme

⑤⑦ Eine Chopper-Schaltung zur galvanisch getrennten Übertragung bipolarer Meßströme weist einen 2-Wege-Gegentaktübertrager (4), eine eingangsseitige Zehhackerschaltung (3), eine Steuerschaltung (6) zur synchronen Ansteuerung der Transistoren (T1 bis T4) der Zehhackerschaltung (3) und eine ausgangsseitige 2-Wege-Synchrongleichrichterschaltung (5) auf. Die Zehhackerschaltung (3) besteht aus zwei Halbleiterschaltanordnungen (15, 16), die jeweils zwei mit ihrer Emitter-Kollektor-Strecke parallel zueinander geschaltete, bipolare Transistoren des pnp- bzw. npn-Typs aufweisen.



DE 43 27 073 C 1

Die Erfindung betrifft eine Chopper-Schaltung zur galvanisch getrennten Übertragung bipolarer Meßströme.

In der Meßtechnik war es bisher üblich, mittels Chopper-Schaltungen mit bipolaren Transistoren unipolare Ströme mit einem Übertragungsbereich von z. B. 0 bis 20 mA zu übertragen. Solche Schaltungen waren nicht in der Lage, negative Ströme in gleicher Größenordnung zu übertragen. Der Grund hierfür lag in dem Umstand, daß die beiden in der eingangsseitigen Zehnerschaltung verwendeten Schalttransistoren für den Gegentaktbetrieb vom gleichen Typ — also z. B. npn-Transistoren — waren und somit bei negativen Eingangsströmen invers betrieben wurden, so daß die Stromverstärkung für eine fehlerfreie Übertragung des negativen Eingangstromes zu klein wurde.

Eine Chopper-Schaltung mit einem Gegentakübertrager, mit Halbleiterschaltungen, die einen Stromfluß in beide Richtungen erlauben und die jeweils in Reihe mit einer Übertragerwicklung geschaltet sind, mit einer Steuerschaltung zur synchronen Ansteuerung der Schalttransistoren und mit einer ausgangsseitigen Zwei-Wege-Synchrongleichrichterschaltung ist aus der US-PS 3 517 300 bekannt. Die Halbleiterschaltungen bestehen bei dieser Chopper-Schaltung aus zwei antiparallel geschalteten npn-Transistoren, so daß die eingangs erwähnten Probleme auftreten können.

Aus der DE 34 07 324 A1 ist es grundsätzlich bekannt, zur vorzeichenrichtigen Übertragung von bipolaren Meßströmen Zehnerschaltungen zu verwenden. Nähere Angaben über den Aufbau der Halbleiterschaltung in der Zehnerschaltung sind der Druckschrift nicht entnehmbar.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Chopper-Schaltung anzugeben, mit deren Hilfe bipolare Ströme vorzugsweise im Bereich von  $-50$  bis  $+50$  mA mit hoher Genauigkeit übertragbar sind.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Der Kern dieser Lösung liegt dabei in dem Aufbau der eingangsseitigen Zehnerschaltung, die jeweils aus zwei Halbleiter-Schaltanordnungen besteht. Letztere sind jeweils in Reihe mit der ersten bzw. zweiten Wicklung zwischen dem Mittenabgriff des angegebenen Gegentakübertragers und einem Eingangspol geschaltet. Jede der beiden Halbleiter-Schaltanordnungen besteht aus zwei mit ihrer Emitter-Kollektor-Strecke parallel zueinander geschalteten, bipolaren Transistoren des npn- bzw. npn-Typs. Durch die angegebene Parallelschaltung bipolarer Transistoren unterschiedlichen Typs und die synchrone Ansteuerung der Transistoren einer Parallelschaltung teilt sich der zu übertragende Strom zwischen den Transistoren so auf, daß der in Vorwärtsrichtung betriebene Transistor aufgrund der höheren Stromverstärkung den größten Anteil des zu übertragenden Stromes führt. Der jeweils andere Transistor der jeweiligen Parallelschaltung befindet sich im Inversbetrieb und trägt nur unwesentlich zum Hauptstromfluß bei. Bei umgekehrter Polarität des Eingangstromes kehren sich die Verhältnisse um, es leitet jeweils der in Vorwärtsrichtung betriebene Transistor des anderen Typs, wobei sich der bei umgekehrter Polarität in Vorwärtsrichtung betriebene Transistor des anderen Typs dann im Inversbetrieb befindet. Auf diese Weise ist Stromfluß in beiden Richtungen und damit die galvanisch getrennte Übertragung bipolarer Ströme möglich.

Die Ansprüche 2, 3 und 5 betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Chopper-Schaltung in Verbindung mit der Ansteuerung der verwendeten Transistoren. Durch die im Anspruch 2 angegebene Einbindung der jeweiligen Steuerwicklung für die beiden Transistoren jeder Halbleiterschaltanordnung wird bewirkt, daß der Steuerstrom nur über die beiden hintereinander geschalteten Basis-Kollektor-Strecken der beiden Transistoren fließen kann. Dies führt dazu, daß die gesteuerten pn-Übergänge der npn- und npn-Transistoren einer Halbleiter-Schaltanordnung gleichzeitig leiten oder sperren, da sie in Reihe geschaltet sind und damit beide Transistoren der jeweiligen Halbleiter-Schaltanordnung je nach Polarität des Steuerstromes nieder- oder hochohmig sind. Damit wird die eingangs genannte Übertragungscharakteristik der Chopper-Schaltung in steuertechnischer Hinsicht gewährleistet.

In diesem Zusammenhang dienen die im Anspruch 5 angegebenen Maßnahmen in Verbindung mit dem schaltungstechnisch einfachen Aufbau gemäß Anspruch 4 dazu, eine saubere Potentialtrennung bei der Übertragung bipolarer Ströme auch im Bereich der Steuerung der Transistoren zu erreichen und Unsymmetrien in der Übertragungscharakteristik zu vermeiden.

Da aufgrund der Dotierungsverhältnisse im Transistor bei dieser Art der Ansteuerung zuerst der pn-Übergang zwischen Basis und Kollektor leitet, werden — wie in Anspruch 2 näher angegeben ist — die Transistoren invers angesteuert. Dies ist nur gewährleistet, wenn der Spannungsabfall zwischen Kollektor und Emitter der einzelnen Transistoren gering bleibt. Der durch den Stromfluß bedingte Spannungsabfall zwischen Kollektor und Emitter jedes Transistors darf demzufolge einen Wert von ca. 40 mV nicht überschreiten. Dies setzt voraus, daß die erfindungsgemäße Chopper-Schaltung ausgangsseitig hinreichend niederohmig abgeschlossen ist (Anspruch 6). Dies wird durch einen sogenannten Summenpunkt-Verstärker gewährleistet, der am Ausgang der Chopper-Schaltung angeordnet ist (Anspruch 7). Die gesamte Schaltung ist also stromgesteuert.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung entnehmbar, in der ein Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Chopper-Schaltung anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert wird.

Die Zeichnung zeigt ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen Chopper-Schaltung zur galvanisch getrennten Übertragung bipolarer Meßströme.

Die in dem Schaltbild dargestellte Chopper-Schaltung dient zur galvanisch getrennten Übertragung bipolarer Meßströme mit einem Übertragungsbereich von  $-20$  bis  $+20$  mA. Der zu übertragende Meßstrom wird über die beiden Pole 1, 2 des Eingangs in die Schaltung eingespeist. Die Schaltung selbst weist verschiedene Hauptgruppen auf, nämlich eine eingangsseitige Zehnerschaltung 3, einen 2-Wege-Gegentakübertrager 4, eine 2-Wege-Synchrongleichrichterschaltung 5, eine Steuerschaltung 6 sowie eine Ausgangsschaltung 7 mit den beiden ausgangsseitigen Anschlußpolen 8, 9.

Die beiden eingangsseitigen Pole 1, 2 sind über einen Kondensator C1 miteinander verbunden. Der eine Anschlußpol 1 führt zum Mittenanschluß 10 zwischen den beiden primärseitigen Wicklungen 11, 12 des Gegentakübertragers 4. Dessen beiden anderen Anschlüsse 13, 14 stehen mit der Zehnerschaltung 3 in Verbindung.

Letztere besteht aus zwei Halbleiter-Schaltanordnungen 15 bzw. 16, die einerseits mit den Anschlüssen 13

bzw. 14 und andererseits mit dem zweiten Anschlußpol 2 des Eingangs der Chopper-Schaltung verbunden sind. Beide Halbleiter-Schaltanordnungen 15 bzw. 16 bestehen jeweils aus einem pnp-Transistor T2 bzw. T4 und einem npn-Transistor T1 bzw. T3. Die Emittoren der Transistoren T1, T2 bzw. T3, T4 sind jeweils mit den Anschlüssen 13 bzw. 14 der beiden Wicklungen 11 bzw. 12 des Gegentakübertragers 4 verbunden. Ihre Kollektoren stehen jeweils mit dem Anschlußpol 2 in Verbindung. Die Emittor-Kollektor-Strecken der Transistoren T1, T2 bzw. T3, T4 der jeweiligen Halbleiter-Schaltanordnung 15 bzw. 16 sind parallelgeschaltet.

Zur Steuerung der Transistoren T1, T2, T3, T4 mittels der Steuerschaltung 6 ist ein Steuertransformator 17 vorgesehen, der eingangsseitig zwei Wicklungen 18, 19 und galvanisch davon getrennt auf der Ausgangsseite zwei Wicklungen 20, 21 sowie eine Einspeisungswicklung 22 aufweist. Letztere dient zum Einspeisen eines Rechteck-Steuersignals mit einer Frequenz von etwa 100 kHz bis 1 MHz, das von einem üblichen Oszillator 23 erzeugt wird. Die Wicklungsanschlüsse 24, 25 der Wicklung 18 sind mit den Basen der Transistoren T3 bzw. T4 verbunden. Die Wicklungsanschlüsse 26, 27 der Wicklung 19 sind mit den Basen der Transistoren T2 bzw. T1 verbunden.

Sekundärseitig weist der Gegentakübertrager 4 zwei Wicklungen 28, 29 mit einem Mittenanschluß 30 und zwei Anschlüssen 31, 32 auf. Der Mittenanschluß 30 ist mit dem einen Anschlußpol 8 des Ausgangs verbunden.

Die Synchrongleichrichterschaltung 5 ist identisch zur Zerkhackerschaltung 3 aufgebaut und weist einerseits einen npn-Transistor T5 und einen pnp-Transistor T6 auf, deren Emittoren mit dem Anschluß 31 der Wicklung 28 verbunden und deren Emittor-Kollektor-Strecken parallelgeschaltet sind.

Weiterhin weist die Synchrongleichrichterschaltung 5 einen npn-Transistor T7 und einen pnp-Transistor T8 auf, deren Emittoren mit dem Anschluß 32 der Wicklung 29 verbunden sind und deren Emittor-Kollektor-Strecke parallelgeschaltet ist. Alle Kollektoren der Transistoren T5, T6, T7 und T8 sind mit einer gemeinsamen Ausgangsleitung 33 verbunden.

Zur Steuerung der Transistoren T5, T6, T7, T8 sind die beiden Wicklungsanschlüsse 34, 35 der Wicklung 20 mit den Basen des pnp-Transistors T8 bzw. des npn-Transistors T7 verbunden. Genauso sind die beiden Wicklungsanschlüsse 36, 37 der Wicklung 21 mit der Basis des npn-Transistors T6 bzw. des pnp-Transistors T5 verbunden.

Zwischen der Ausgangsleitung 33 und dem Anschlußpol 8 des Ausgangs ist ein Kondensator C2 eingeschaltet.

Die Ausgangsschaltung 7 weist einen Summenpunktverstärker OV1 auf, dessen nicht-invertierender Eingang mit dem Anschlußpol 8 des Ausgangs verbunden ist. An seinem invertierenden Eingang ist die Ausgangsleitung 33 der Synchrongleichrichterschaltung 5 angeschlossen. Der Ausgang des Summenpunktverstärkers OV1 bildet den zweiten Anschlußpol 9 des Ausgangs der erfindungsgemäßen Chopper-Schaltung. Der Ausgang des Summenpunktverstärkers ist weiterhin auf den invertierenden Eingang rückgekoppelt.

Die Funktionsweise der im Schaltbild dargestellten Chopper-Schaltung wird im folgenden kurz erläutert:

— Übertragung von Strom positiver Polarität:  
Beim Durchsteuern der paarweise zusammengehörenden Transistoren T1 und T2 wird der npn-Transistor T2 in Vorwärtsrichtung, der npn-Transistor T1

invers betrieben. Die pn-Übergänge in diesen Transistoren leiten nämlich gleichzeitig, da sie über die Wicklung 19 des Steuertransformators 17 in Reihe geschaltet sind. Der in Vorwärtsrichtung betriebene npn-Transistor T2 überträgt aufgrund der höheren Stromverstärkung den größten Anteil des zu übertragenden Stromes. Der npn-Transistor T1 befindet sich im Inversbetrieb und trägt nur unwesentlich zum Hauptstromfluß bei. Wie durch Punkte an den Wicklungsanschlüssen 24, 26, 34, 36 angedeutet ist, werden die beiden npn-Transistoren T2 und T4 bzw. die beiden npn-Transistoren T1 und T3 jeweils gegenphasig angesteuert, so daß beim Durchsteuern der Transistoren T1 und T2 die beiden anderen Transistoren T3 und T4 sperren.

Im Gegentak werden entsprechend umgekehrt der npn-Transistor T3 und der pnp-Transistor T4 durchgesteuert und die beiden anderen Transistoren T1, T2 sperren. In diesem Fall erfolgt ein Stromfluß vom Anschlußpol 1 über die Wicklung 12 durch die beiden Transistoren T3, T4 zum Anschlußpol 2. Dabei wird in analoger Weise der Hauptstromfluß durch den pnp-Transistor T4 geführt, wogegen der invers betriebene npn-Transistor T3 nur geringfügig zum Stromfluß beiträgt.

Aufgrund der vorstehenden Ansteuerung wird der am Eingang liegende Gleichstrom "zerhackt" und über den Gegentak-Übertrager 4 zu der 3-Wege-Synchrongleichrichterschaltung 5 übertragen, die in analoger Weise angesteuert ist und wirkt. Dadurch wird zum Ausgang ein Strom galvanisch getrennt übertragen, der in Größe und Polarität dem Ausgangsstrom entspricht.

— Übertragung von Strom negativer Polarität:

Beim Durchsteuern der Transistoren T1, T2 wird der npn-Transistor T1 in Vorwärtsrichtung und der pnp-Transistor T2 invers betrieben. Dies bedeutet wiederum, daß der Hauptstromfluß durch den npn-Transistor T1 geführt wird, wogegen der pnp-Transistor T2 nur geringfügig zum Stromfluß beiträgt. Die beiden Transistoren T3, T4 sperren dabei. Bei der Durchsteuerung der beiden Transistoren T3, T4 erfolgt in analoger Weise der Hauptstromfluß über den npn-Transistor T3, der in Vorwärtsrichtung betrieben ist. Wie gehabt wird durch die wechselseitige Ansteuerung der Transistoren T1, T2 und T3, T4 der Eingangsstrom negativer Polarität "zerhackt", über den Gegentakübertrager 4 potentialfrei übertragen, durch die Synchrongleichrichterschaltung 5 gleichgerichtet und über die niederohmige Ausgangsschaltung 7 ausgegeben.

In beiden Fällen werden die Transistoren T5 bis T8 der Synchrongleichrichterschaltung so angesteuert, daß zum Hauptstromfluß auf der Eingangs- und Ausgangsseite gleichzeitig immer Transistoren unterschiedlichen Typs beitragen. Damit werden Unsymmetrien in der Übertragungscharakteristik vermieden.

#### Patentansprüche

1. Chopper-Schaltung zur galvanisch getrennten Übertragung bipolarer Meßströme mit

— einem 2-Wege-Gegentakübertrager (4) mit je zwei Wicklungen (11, 12, 28, 29) auf der Primär- und Sekundärseite, wobei ein erster Anschlußpol (1) des Eingangs der Chopper-Schal-

tung am eingangsseitigen Mittenanschluß (10) des Gegentaktübertragers (4) angeschlossen ist,

— einer eingangsseitigen Zerhackerschaltung (3), bestehend aus zwei Halbleiter-Schaltanordnungen (15, 16), die jeweils in Reihe mit der ersten bzw. zweiten Wicklung (11, 12) zwischen dieser ersten bzw. zweiten Wicklung (11, 12) und dem zweiten eingangsseitigen Anschlußpol (2) der Chopper-Schaltung geschaltet sind, wobei jede der beiden Halbleiter-Schaltanordnungen (15, 16) aus zwei mit ihrer Emitter-Kollektor-Strecke parallel zueinander geschalteten, bipolaren Transistoren (T1 bzw. T2; T3 bzw. T4) des pnp- bzw. npn-Typs besteht,

— einer Steuerschaltung (6) zur synchronen Ansteuerung der Transistoren (T1, T2 bzw. T3, T4) einer Parallelschaltung und

— einer ausgangsseitigen 2-Wege-Synchrongleichrichterschaltung (5).

2. Chopper-Schaltung nach Anspruch 1, wobei die Ansteuerung der Transistoren (T1 bis T8) mittels eines Steuertransformators (17) erfolgt, der eine von einem Oszillator (23) gespeiste Einspeisungswicklung (22) und jeweils eine Steuerwicklung (18, 19) für jede Halbleiterschaltanordnung (15, 16) aufweist, welche Steuerwicklungen (18, 19) jeweils in Reihe zwischen die Basis-Kollektor-Strecken der beiden parallelgeschalteten Transistoren (T1, T2 bzw. T3, T4) jeder der beiden Halbleiter-Schaltanordnungen (15 bzw. 16) geschaltet sind.

3. Chopper-Schaltung nach Anspruch 2, wobei die Transistoren (T1, T3 bzw. T2, T4) gleichen Typs in den beiden Halbleiterschaltanordnungen (15, 16) gegenphasig angesteuert sind.

4. Chopper-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die ausgangsseitige 2-Wege-Synchrongleichrichterschaltung (5) identisch zur eingangsseitigen Zerhackerschaltung (3) aufgebaut ist.

5. Chopper-Schaltung nach Anspruch 4, wobei zur Ansteuerung der Synchrongleichrichterschaltung (5) entsprechende Steuerwicklungen (20, 21) am Steuertransformator (17) vorgesehen sind, die von den Steuerwicklungen (18, 19) für die eingangsseitigen Halbleiter-Schaltanordnungen (15, 16) potentialfrei getrennt sind und die die Transistoren (T5, T6, T7, T8) der Synchrongleichrichterschaltung (5) derart ansteuern, daß zum Hauptstromfluß auf der Eingangs- und Ausgangsseite jeweils Transistoren unterschiedlichen Typs beitragen.

6. Chopper-Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die ausgangsseitige Synchrongleichrichterschaltung (5) niederohmig abgeschlossen ist.

7. Chopper-Schaltung nach Anspruch 6, wobei die Synchrongleichrichterschaltung (5) durch einen Summenpunktverstärker (OV1) abgeschlossen ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

